



La métrologie comme outil d'amélioration

Gilles CALCHERA

Ingénieur métrologue au CIRAD (Centre International en Recherche Agronomique pour le Développement)

26 mai 2009



Objectifs

- Sensibiliser à la métrologie
- Donner un aperçu de l'utilité de la métrologie



La métrologie ?

La métrologie est l'**estimation** de la **confiance** donnée à un résultat de mesure

Notion d'incertitude

On peut apporter un crédit au résultat

La métrologie : « c'est la **confiance** dans la **mesure** »,
peut aussi se lire : « la **mesure** dans la **confiance** ».



La métrologie ?

La métrologie c'est la recherche de la **valeur vraie**

Mais :

Tout est faut ou plutôt rien n'est vrai !



On recommence l'étalonnage : son écart a bougé !

Avait-il bien attendu le 3^{ème} bip ?

Sa montre est-elle constante ?

La métrologie ?



13 h 50 min



13 h 50 min 13 s



13 h 49 min 53 s



Etc. ...

Qui dit vrai ? Il faut appeler l'horloge parlante !

- Ah j'avancais de **13 s** !
- Ah j'étais en retard de **7 s** !
- Ah j'étais à l'**heure** !

Etalonnage !

Mise en évidence d'un écart
(**13**, **7** ou **0**) c'est une **erreur**

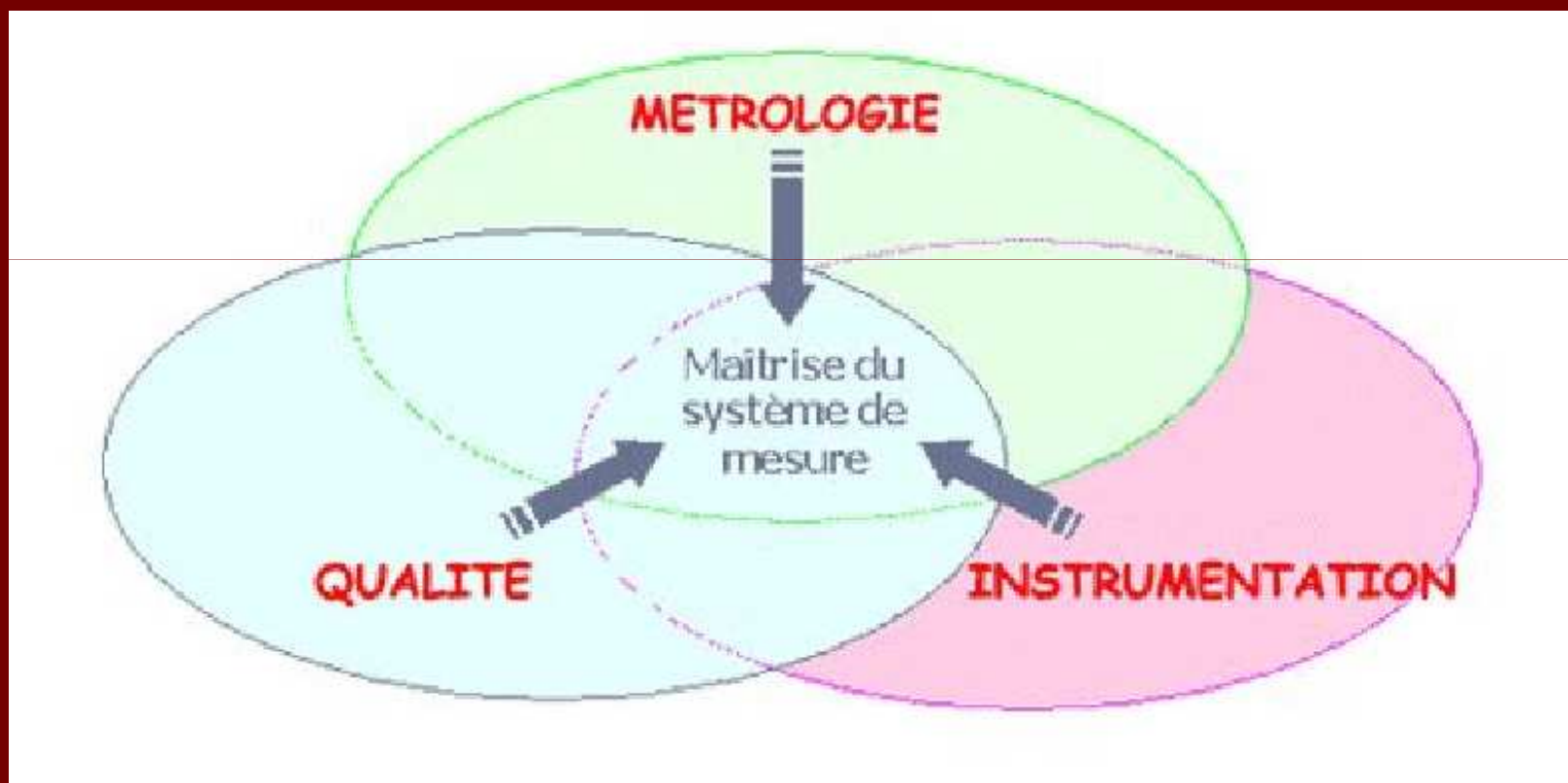
Réglage !

Etes-vous sûr de votre écart déterminé ?



La métrologie ?

Maîtrise du système de mesure



Contexte et enjeux

- La fonction métrologie est une composante de l'assurance qualité (SMQ) → *Sans Mesure pas de Qualité !!!*
- Un organisme tel qu'une entreprise fabrique, teste, contrôle des produits (ou service) à partir de processus de fabrication, d'essais, d'analyse, ...
- Les produits doivent **satisfaire aux attentes** exprimées des clients, donc être **conformes à des exigences** (normes, spécifications internes).
- C'est à partir de résultat de mesure que tout organisme, chaque jour prend des **décisions** relatives à ces produits, ces processus, ...
- Au **résultat** de mesure correspond une **incertitude de mesure** qui doit être **compatible avec l'exigence** spécifiée (tolérances) du produit.



Contexte et enjeux

Bien mesurer pour bien décider !



Pourquoi des normes en métrologie ?

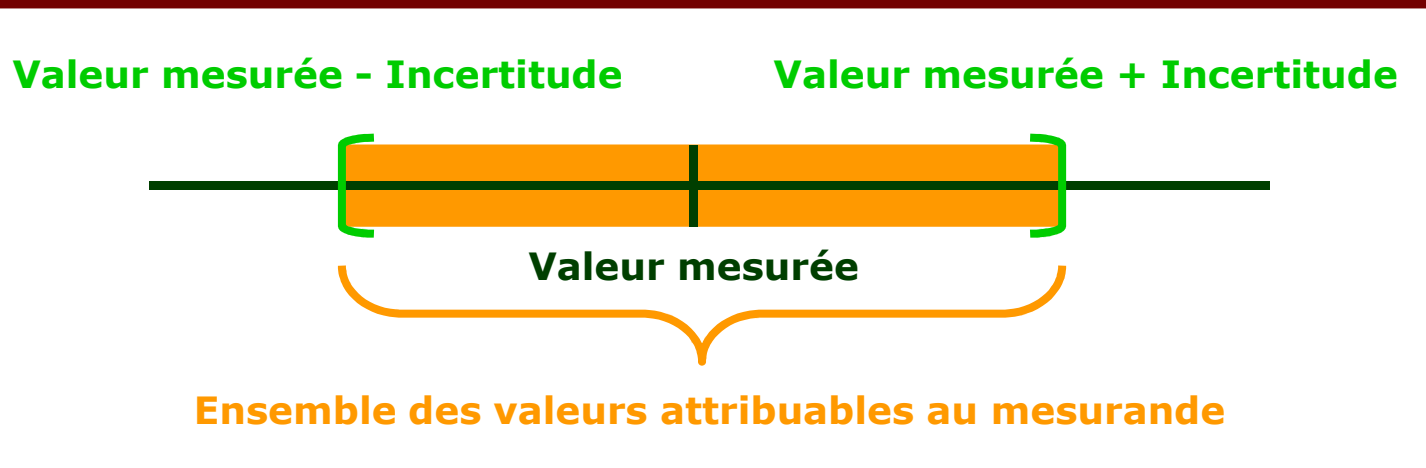


Contexte et enjeux

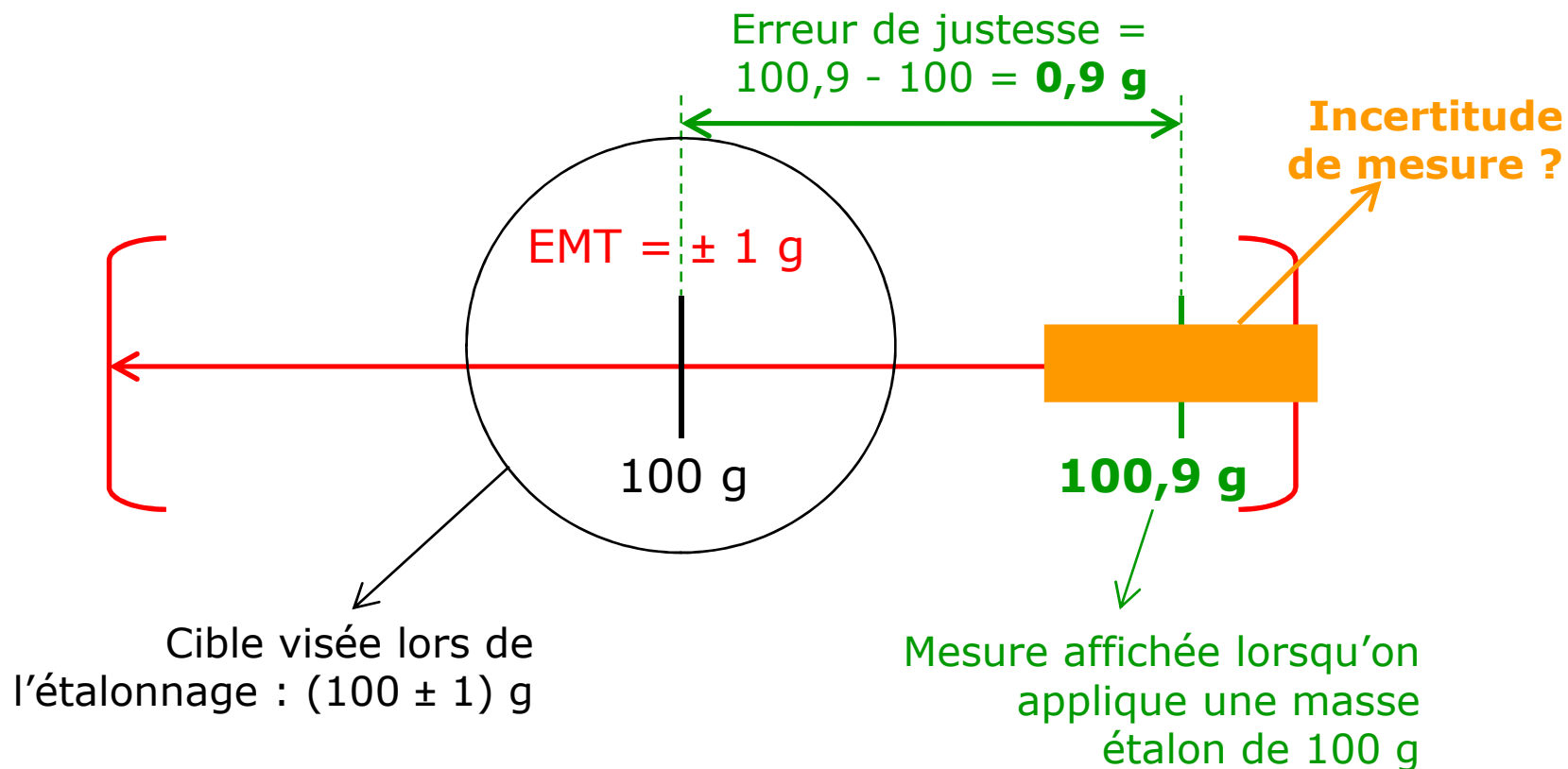


Définitions

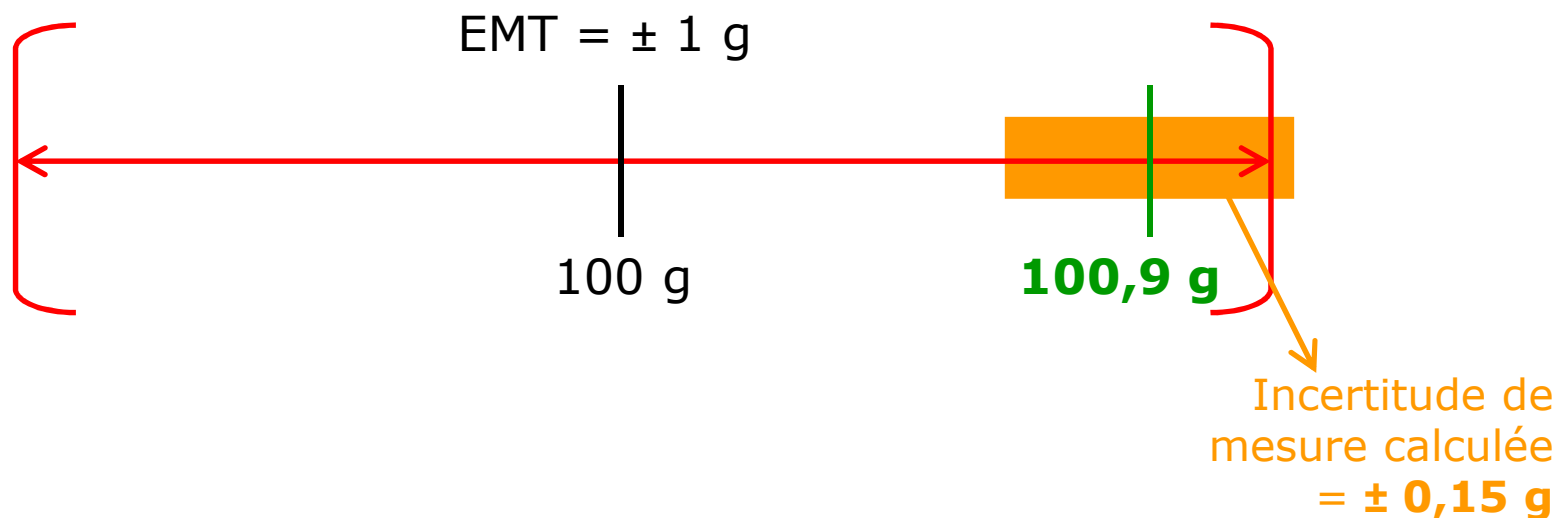
- **Mesurer** (NF X 07-001): « Mesurer, c'est attribuer à une grandeur physique, une valeur numérique en la **comparant** directement ou indirectement à un **étalon**. »
- **Incertitude de mesure** (NF X 07-001): « Paramètre, associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la **dispersion des valeurs** qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande. »



La métrologie : outil de décision



La métrologie : outil de décision

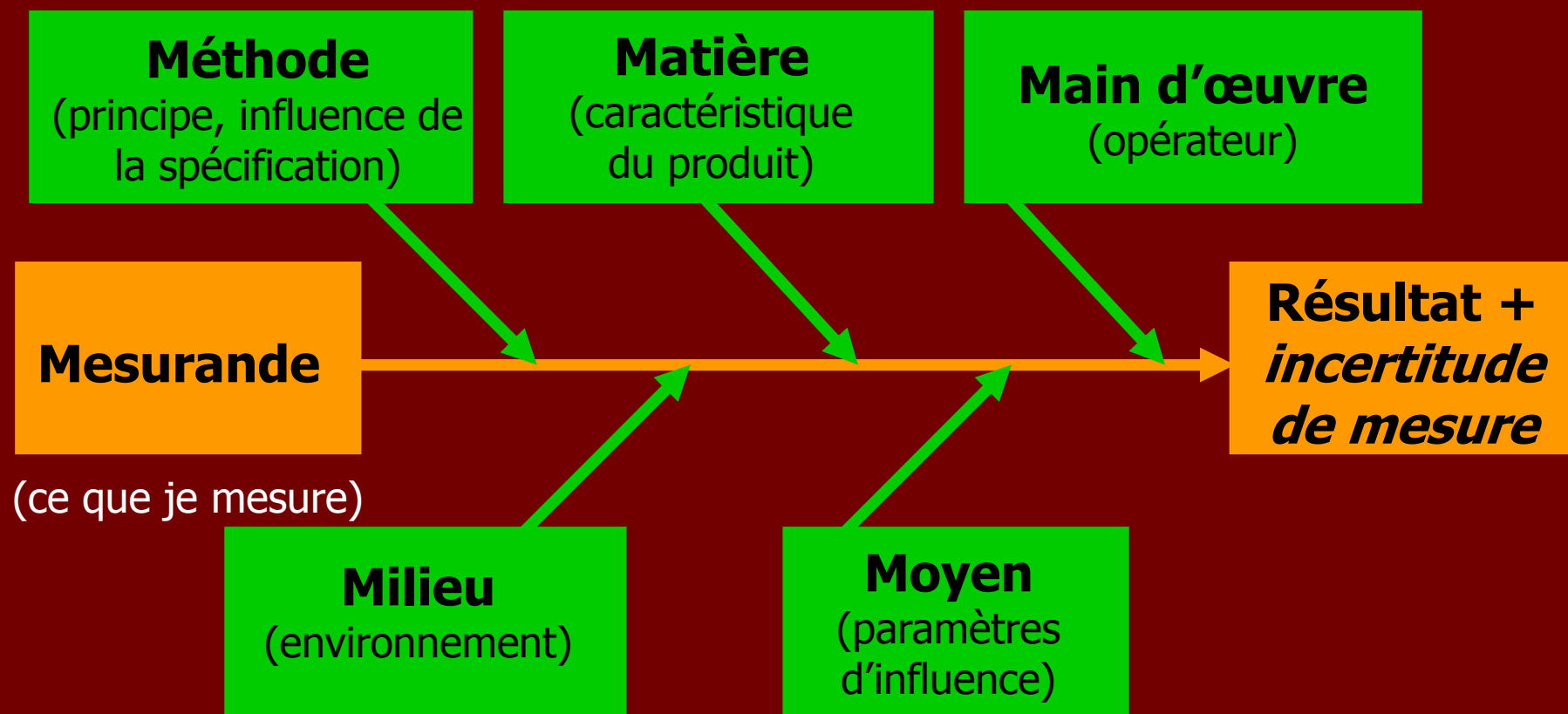


Erreur de justesse : Mesure lue – Etalon associé à l'incertitude :

$0,9 - 0,15 = 0,75 \text{ g}$ cas favorable : Vérification **CONFORME**

$0,9 + 0,15 = 1,05 \text{ g}$ cas défavorable : Vérification **NON CONFORME**

Processus de mesure

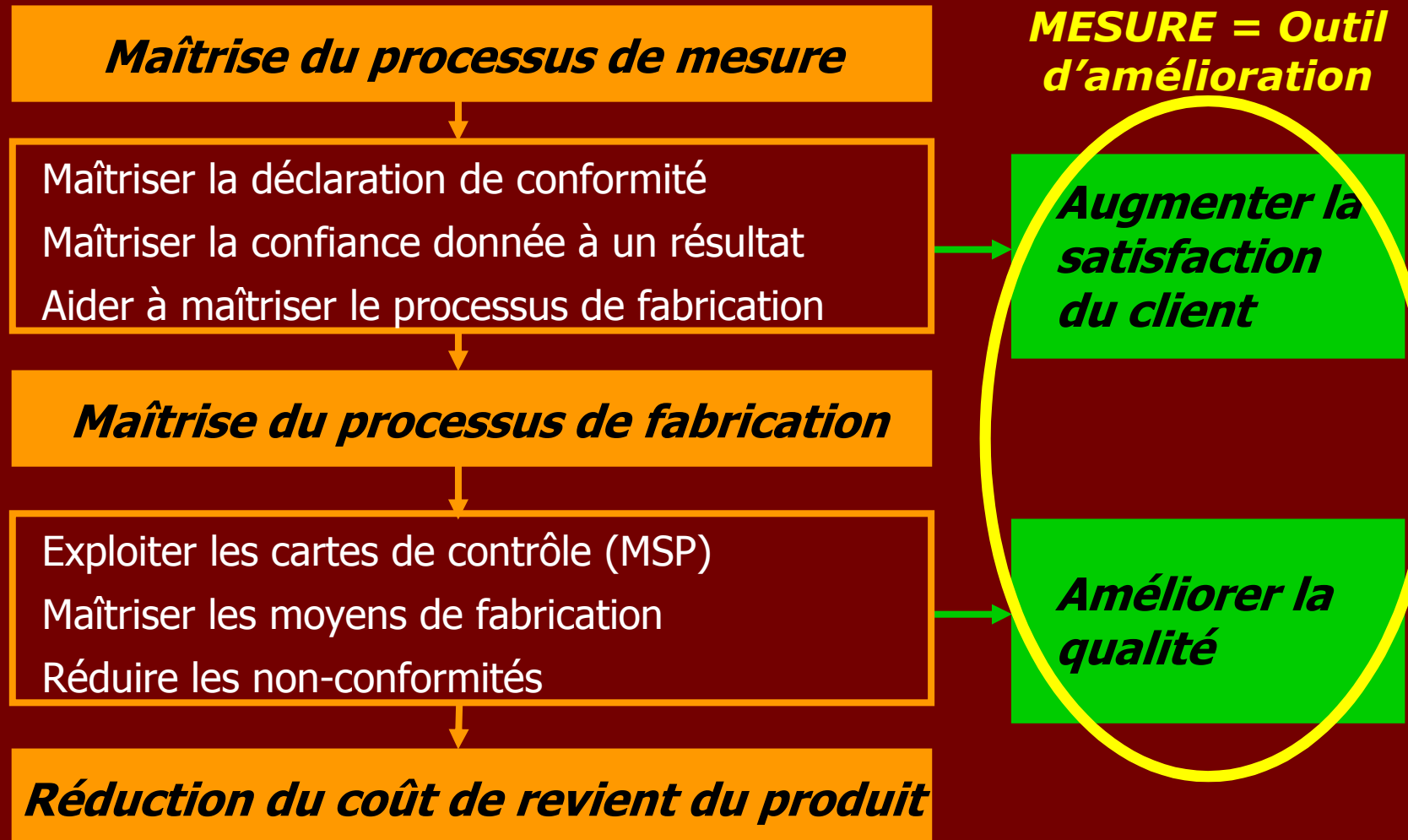


Paramètres d'influence d'un processus de mesure

- Personnel (accès)
- Température
- Hygrométrie
- Pression
- Gravité
- Vibration
- Ondes électromagnétiques
- Poussières
- Etc...



Métrologie : outil d'amélioration



Gestion du parc d'instruments de mesure

Une bonne **gestion** des équipements de mesure dans une entreprise, nécessite de prendre en compte :

- l'**analyse** du **besoin** et le **choix** des équipements,
- la **réception**, la **mise en service** et le **suivi** des moyens,
- l'**étalonnage**, la **vérification**,
- le **raccordement** aux étalons nationaux (ou internationaux).



Documentation associée nécessaire pour réaliser la vérification d'un IdM

Fiche technique

Instruction
d'utilisation

Fiche de vie

Mode opératoire de
vérification

Document type pour
réaliser la vérification



Documentation associée nécessaire pour réaliser la vérification d'un IdM

Fiche technique

Instruction
d'utilisation

Fiche de vie

Mode opératoire de
vérification

Document type pour
réaliser la vérification

- Carte d'identité de l'IdM
- Localisation
- Spécifications techniques
- Conditions de stockage et d'utilisations particulières



Documentation associée nécessaire pour réaliser la vérification d'un IdM

Fiche technique

Instruction
d'utilisation

Fiche de vie

Mode opératoire de
vérification

Document type pour
réaliser la vérification

- Personnel habilité
- Utilisation (normes, essais...)
- Précautions d'utilisation (mode d'emploi, emplacement, configuration...)
- Mode d'utilisation (manuel, interfacé...)
- Maintenance (nettoyage avant utilisation...)



Documentation associée nécessaire pour réaliser la vérification d'un IdM

Fiche technique

Instruction
d'utilisation

Fiche de vie

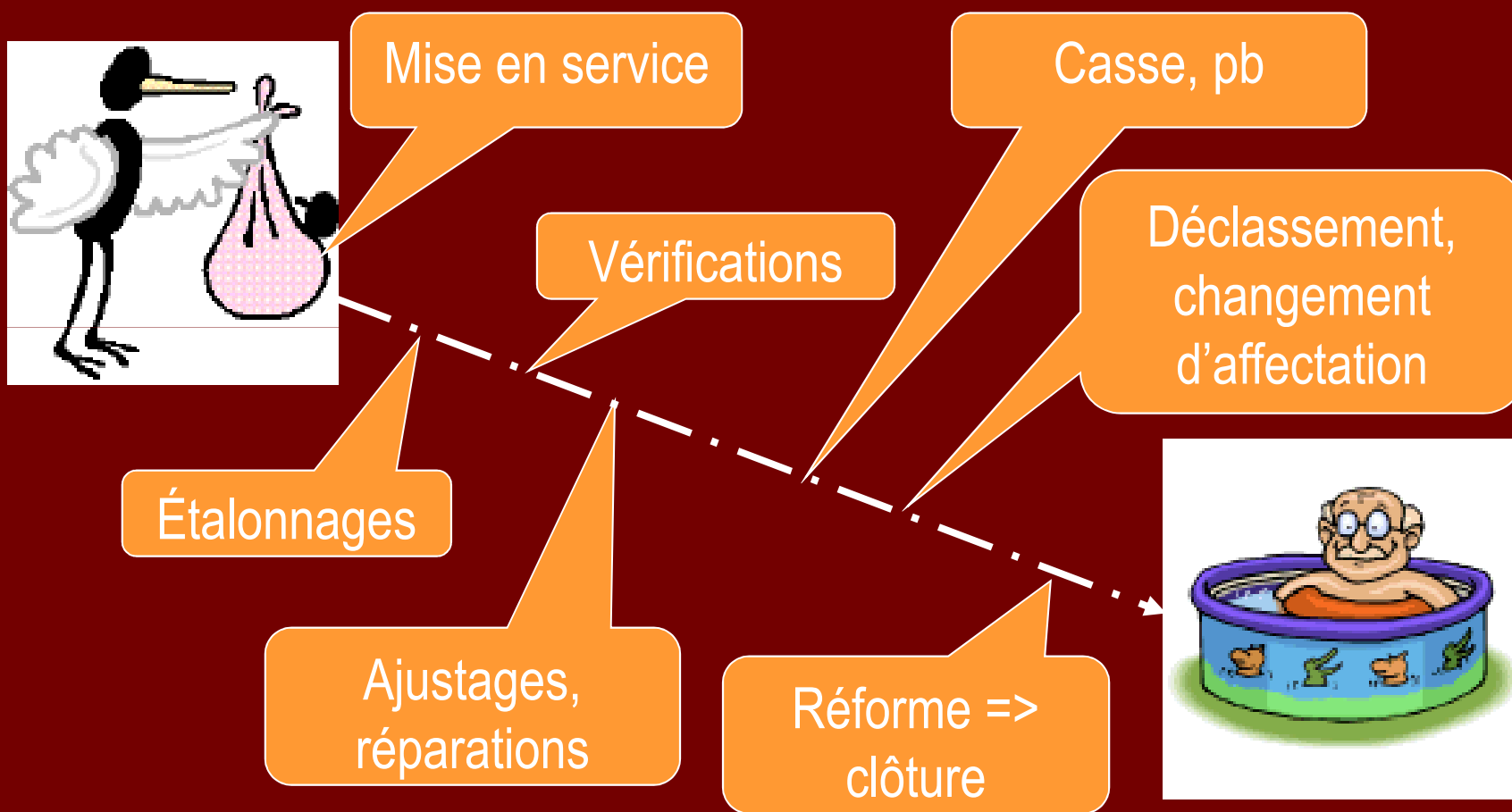
Mode opératoire de
vérification

Document type pour
réaliser la vérification

- Périodicité des vérifications internes et externes
- Maintenance
- Observations
- Fiche d'anomalie



La fiche de vie d'un IdM



Documentation associée nécessaire pour réaliser la vérification d'un IdM

Fiche technique

Instruction
d'utilisation

Fiche de vie

Mode opératoire de
vérification

Document type pour
réaliser la vérification

- Personnel habilité
- Périodicité de vérification
- Condition de mesure
- Opérations préalables
- **Protocole de vérification**
- Enregistrements



Documentation associée nécessaire pour réaliser la vérification d'un IdM

Fiche technique

Instruction
d'utilisation

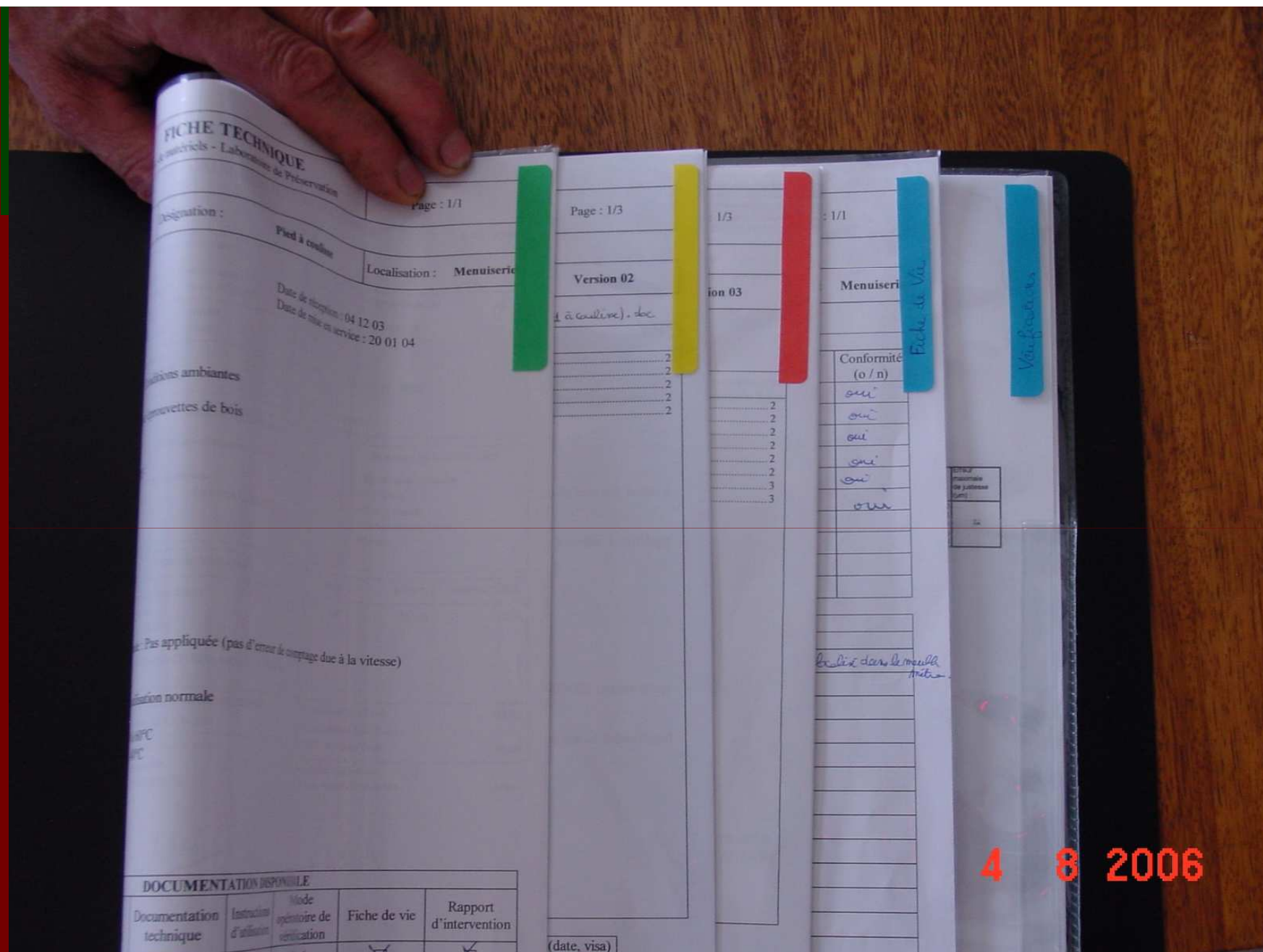
Fiche de vie

Mode opératoire de
vérification

Document type pour
réaliser la vérification

- Ex : feuille de calcul Excel





Exemple : Vérification d'un pied à coulisse



Étalonnage



Cales étalons

Mode Opérateur
Vérification

Pied à coulisse **Vérification**



Document type de vérification (DT 307)

Barre de formule: D51 =SI(C51<2;"REFUS";SI(C51<3;"ACCEPTATION AVEC RISQUE";"ACCEPTATION"))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
24	Justesse :										
25	Mesure N° :	Lecture 1 (mm)	Lecture 2 (mm)	Lecture 3 (mm)	Lecture 4 (mm)	Lecture 5 (mm)	Moyenne VI (mm)	VCV des cales étalons (mm)	Ej (µm)	I Ej I (µm)	Erreur maximale de justesse (µm) :
26	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	10
27	2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	-10	10	
28	3	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	5,00	-10	10	
29	4	29,99	29,99	29,99	29,99	29,99	29,99	30,00	-10	10	
30	5	200,00	199,99	200,00	199,98	199,98	199,99	200,00	-10	10	
31											
32											
33	Fidélité :	cale de 1 mm		cale de 5 mm		cale de 30 mm		cale de 200 mm			
34		Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut		
35	Ecart 1 (µm)	-50	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
36	Ecart 2 (µm)	-40	0	-40	0	-60	-10	-90	-10		
37	Ecart 3 (µm)	-40	0	-40	0	-50	0	-70	-10		
38	Ecart 4 (µm)	-50	0	-40	0	-50	0	-90	-30		
39	Ecart 5 (µm)	-40	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
40	Moyenne (µm)	-44	0	-44	0	-56	-2	-82	-22		
41	I Erreur de fidélité I (µm)	6	0	6	0	6	8	12	12		
42	Difference des moyennes (µm)	44		44		54		60			
43											
44	U (µm)	62									
45											
46	Ts-Ti (EN113 et EN117)	0,40 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure pour les normes EN113 et EN117 (en mm)							
47	Ts-Ti (EN118)	2,00 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure pour la norme EN118 (en mm)							
48											
49		Norme	Cp	Décision			Signature de l'AM, de l'AQ ou du CM :				
50		EN113	3,2	ACCEPTATION							
51		EN117	3,2	ACCEPTATION							
52		EN118	16,1	ACCEPTATION							
53											
54											
55											
56											

Prêt

Démarrer | Re: présentation martin - ... | 2003 | Microsoft PowerPoint - [L...] | Microsoft Excel - V... | 10:11

Microsoft Excel - Vérification_PIED9_030617


Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ?

Arial 16

D51 =SI(C51<2;"REFUS";SI(C51<3;"ACCEPTATION AVEC RISQUE";"ACCEPTATION"))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
24	Justesse :										
25	Mesure N° :	Lecture 1 (mm)	Lecture 2 (mm)	Lecture 3 (mm)	Lecture 4 (mm)	Lecture 5 (mm)	Moyenne VI (mm)	VCV des cales étalons (mm)	Ej (µm)	I Ej I (µm)	Erreur maximale de justesse (µm) :
26	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	10
27	2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	-10	10	
28	3	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	5,00	-10	10	
29	4	29,99	29,99	29,99	29,99	29,99	29,99	30,00	-10	10	
30	5	200,00	199,99	200,00	199,98	199,98	199,99	200,00	-10	10	
31											
32											
33	Fidélité :	cale de 1 mm		cale de 5 mm		cale de 30 mm		cale de 200 mm			
34		Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut		
35	Ecart 1 (µm)	-50	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
36	Ecart 2 (µm)	-40	0	-40	0	-60	-10	-90	-10		
37	Ecart 3 (µm)	-40	0	-40	0	-50	0	-70	-10		
38	Ecart 4 (µm)	-50	0	-40	0	-50	0	-90	-30		
39	Ecart 5 (µm)	-40	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
40	Moyenne (µm)	-44	0	-44	0	-56	-2	-82	-22		
41	I Erreur de fidélité I (µm)	6	0	6	0	6	8	12	12		
42	Difference des moyennes (µm)	44		44		54		60			
43											
44	U (µm)	62									
45											
46	Ts-Ti (EN113 et EN117)	0,40 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure po							
47	Ts-Ti (EN118)	2,00 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure po							
48											
49		Norme	Cp	Décision			Signature de l'AM, de l'AQ ou du CM :				
50		EN113	3,2	ACCEPTATION							
51		EN117	3,2	ACCEPTATION							
52		EN118	16,1	ACCEPTATION							
53											
54											
55											
56											

Verrouillage des cellules de calculs



Prêt

PIED9

Démarrer Re: présentation martin - ... 2003 Microsoft PowerPoint - [L...] Microsoft Excel - V... 10:11

Microsoft Excel - Vérification_PIED9_030617

Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ?

Arial 16

D51 =SI(C51<2;"REFUS";SI(C51<3;"ACCEPTATION AVEC RISQUE";"ACCEPTATION"))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
4	Justesse :										
25	Mesure N° :	Lecture 1 (mm)	Lecture 2 (mm)	Lecture 3 (mm)	Lecture 4 (mm)	Lecture 5 (mm)	Moyenne VI (mm)	VCV des cales étalons (mm)	Ej (µm)	I Ej I (µm)	Erreur maximale de justesse (µm) :
26	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	10
27	2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	-10	10	
28	3	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	5,00	-10	10	
29	4	29,99	29,99	29,99	29,99	29,99	29,99	30,00	-10	10	
30	5	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	-10	10	
31											
32											
33	Fidélité :	cale de 1 mm		cale de 5 mm		cale de 30 mm		cale de 200 mm			
34		Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut		
35	Ecart 1 (µm)	-50	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
36	Ecart 2 (µm)	-40	0	-40	0	-60	-10	-90	-10		
37	Ecart 3 (µm)	-40	0	-40	0	-50	0	-70	-10		
38	Ecart 4 (µm)	-50	0	-40	0	-50	0	-90	-30		
39	Ecart 5 (µm)	-40	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
40	Moyenne (µm)	-44	0	-44	0	-56	-2	-82	-22		
41	I Erreur de fidélité I (µm)	6	0	6	0	6	8	12	12		
42	Difference des moyennes (µm)	44		44		54		60			
43											
44	U (µm)	62									
45											
46	Ts-Ti (EN113 et EN117)	0,40 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure pour les normes EN113 et EN117 (en mm)							
47	Ts-Ti (EN118)	2,00 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure pour la norme EN118 (en mm)							
48											
49		Norme	Cp	Décision				Signature de l'AM, de l'AQ ou du CM :			
50		EN113	3,2	ACCEPTATION							
51		EN117	3,2	ACCEPTATION							
52		EN118	16,1	ACCEPTATION							
53											
54											
55											
56											

Prêt

Démarrer Re: présentation martin ... 2003 Microsoft PowerPoint - [L...] Microsoft Excel - V... 10:11

Microsoft Excel - Vérification_PIED9_030617

Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ?

Arial 16

D51 =SI(C51<2;"REFUS";SI(C51<3;"ACCEPTATION AVEC RISQUE";"ACCEPTATION"))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
24	Justesse :										
25	Mesure N° :	Lecture 1 (mm)	Lecture 2 (mm)	Lecture 3 (mm)	Lecture 4 (mm)	Lecture 5 (mm)	Moyenne VI (mm)	VCV des cales étalons (mm)	Ej (µm)	I Ej I (µm)	Erreur maximale de justesse (µm) :
26	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	10
27	2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	-10	10	
28	3	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	5,00	-10	10	
29	4	29,99				29,99	29,99	30,00	-10	10	
30	5	200,00				199,98	199,99	200,00	-10	10	
31											
32											
33	Fidélité :	cale de 1 mm		cale de 5 mm		cale de 30 mm		cale de 200 mm			
		Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut		
35	Ecart 1 (µm)	-50	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
36	Ecart 2 (µm)	-40	0	-40	0	-60	-10	-90	-10		
37	Ecart 3 (µm)	-40	0	-40	0	-50	0	-70	-10		
38	Ecart 4 (µm)	-50	0	-40	0	-50	0	-90	-30		
39	Ecart 5 (µm)	-40	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
40	Moyenne (µm)	-44	0	-44	0	-56	-2	-82	-22		
41	I Erreur de fidélité I (µm)	6	0	6	0	6	8	12	12		
42	Difference des moyennes (µm)	44		44		54		60			
43											
44	U (µm)	62									
45											
46	Ts-Ti (EN113 et EN117)	0,40 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure pour les normes EN113 et EN117 (en mm)							
47	Ts-Ti (EN118)	2,00 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure pour la norme EN118 (en mm)							
48											
49		Norme	Cp	Décision				Signature de l'AM, de l'AQ ou du CM :			
50		EN113	3,2	ACCEPTATION							
51		EN117	3,2	ACCEPTATION							
52		EN118	16,1	ACCEPTATION							
53											
54											
55											
56											

Prêt

Démarrer Re: présentation martin ... 2003 Microsoft PowerPoint - [L...] Microsoft Excel - V... 10:11

Microsoft Excel - Vérification_PIED9_030617

Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ?

Arial 16

D51 =SI(C51<2;"REFUS";SI(C51<3;"ACCEPTATION AVEC RISQUE";"ACCEPTATION"))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
24	Justesse :										
25	Mesure N° :	Lecture 1 (mm)	Lecture 2 (mm)	Lecture 3 (mm)	Lecture 4 (mm)	Lecture 5 (mm)	Moyenne VI (mm)	VCV des cales étalons (mm)	Ej (µm)	Ej (µm)	Erreur maximale de justesse (µm) :
26	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	10
27	2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	-10	10	
28	3	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	5,00	-10	10	
29	4	29,99	29,99	29,99	29,99	29,99	29,99	30,00	-10	10	
30	5	200,00	199,99	200,00	199,98	199,98	199,99	200,00	-10	10	
31											
32											
33	Fidélité :	cale de 1 mm		cale de 5 mm		cale de 30 mm		cale de 200 mm			
34		Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut		
35	Ecart 1 (µm)	-50	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
36	Ecart 2 (µm)	-40	0	-40	0	-60	-10	-90	-10		
37	Ecart 3 (µm)	-40	0	-40	0	-50	0	-70	-10		
38	Ecart 4 (µm)	-50	0	-40	0	-50	0	-90	-30		
39	Ecart 5 (µm)	-40	0	-50	0	-60	0	-80	-30		
40	Moyenne (µm)	-44	0	-44	0	-56	-2	-82	-22		
41	Erreur de fidélité (µm)	6	0	6	0	6	8	12	12		
42	Difference des moyennes (µm)	44		44		54					
43											
44	U (µm)	62									
45											
46	Ts-Ti (EN113 et EN117)	0,40 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure pour les normes EN113 et EN117 (en mm)							
47	Ts-Ti (EN118)	2,00 mm		Tolérance supérieure - Tolérance inférieure pour la norme EN118 (en mm)							
48											
49		Norme	Cp	Décision				Signature de l'AM, de l'AQ ou du CM :			
50		EN113	3,2	ACCEPTATION							
51		EN117	3,2	ACCEPTATION							
52		EN118	16,7	ACCEPTATION							
53											
54											
55											
56											

Prêt

Re: présentation martin ... 2003

Microsoft PowerPoint - [L...] Microsoft Excel - V...

10:11

Documentation associée nécessaire pour réaliser la vérification d'un IdM

Fiche technique

Instruction
d'utilisation

Fiche de vie

Mode opératoire de
vérification

Document type pour
réaliser la vérification

Idem pour l'IdM étalon
+ certificat d'étalonnage



Intérêts d'une fonction métrologie

- **Fiabilité** des résultats (publications, essais, ...)
- **Compétence** et **motivation** du personnel (savoir faire, formations internes et externes...)
- **Économie** (achat, étalonnage, temps...)
- **Compétitivité**
- **Crédibilité** (industriels, bailleurs de fonds...)
- **Homogénéité, mise à disposition, et mutualisation** du parc matériel
- **Réactivité** (mise en place plus rapide d'un SQ...)



Pourquoi mesurer, pourquoi mesurer la mesure ?

- Seul ce qui est mesurable peut progresser !
- Ne jamais mesurer sans enregistrer!
- Ne jamais enregistrer sans analyser !
- Ne jamais analyser sans décider !
- Ne jamais décider sans agir !

